

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Н. Н. Трушин,

профессор, д-р техн. наук

Тульский государственный университет, Тула

Аннотация. Рассматривается проект модернизации унифицированных одноступенчатых четырехколесных гидротрансформаторов, применяемых на подъемно-транспортных и строительно-дорожных машинах. Предлагаемое техническое решение предусматривает оперативное изменение прозрачности гидротрансформатора, что позволяет расширить эксплуатационные возможности самоходных машин в зависимости от действующих нагрузок и дорожных условий.

Ключевые слова: самоходная машина, трансмиссия, гидродинамический трансформатор.

ADJUSTABLE HYDRODYNAMIC TORQUE CONVERTER

Abstract. A project for the modernization of unified single-stage four-wheel hydrodynamic torque converters for self-propelled vehicles is considered. The proposed technical solution provides online change the torque converter capacity, depending on the existing loads and road conditions.

Keywords: self-propelled vehicle, transmission, torque converter.

В трансмиссиях грузовых автомобилей, автобусов, тракторов, подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин, тепловозов отечественной разработки нашли применение гидромеханические передачи (ГМП), оснащенные четырехколесными одноступенчатыми комплексными гидротрансформаторами, в которых, кроме насосного и турбинного колес, имеется два реакторных колеса. Семейство отечественных унифицированных гидротрансформаторов типа ЛГ с литыми рабочими колесами было достаточно давно разработано в НАМИ под руководством С. М. Трусова [1]. В настоящее время подобные гидротрансформаторы применяются в гидромеханических трансмиссиях автомобилей и тракторов, изготавливаемых российскими и белорусскими предприятиями. Рабочие колеса гидротрансформаторов типа ГТ серийно изготавливаются в АО «Литмашдеталь» на заводе в г. Костерево Владимирской области. Как свидетельствует официальная информация на сайте <http://www.litmashdetal.ru>, это предприятие изготавливает 90 типоразмеров лопастных колес гидротрансформаторов активным диаметром от 340 до 520 мм. Потребителями продукции являются такие предприятия как ООО «ККУ "Концерн Тракторные заводы"», АО «Петербургский тракторный завод», ОАО «Минский завод колесных тягачей», ОАО «АМКОДОР», ОАО «БЕЛАЗ». Кроме этого, применяются также аналогичные четырехколесные гидротрансформаторы со штампованными рабочими колесами.

Гидротрансформаторы характеризуются свойством прозрачности, которое состоит в изменении режим работы двигателя при изменении вращающего момента или угловой скорости ведомого вала передачи. Свойство автотракторного гидротрансформатора нагружать двигатель характеризуется отношением коэффициентом момента насоса $\lambda_{1\max}$ при остановленной турбине (угловая скорость турбины $\omega_1 = 0$) к коэффициенту моменту насоса $\lambda_{1\min}$, соответствующего переходу гидротрансформатора на режим гидромукты (т. е. при коэффициенте трансформации $K = 1$). Эта величина получила наименование коэффициента прозрачности П:

$$П = \frac{\lambda_{1\max}}{\lambda_{1i}}.$$

Непрозрачный гидротрансформатор имеет $П = 1$ и характеризуется тем, что при изменении режима работы турбины не изменяется нагрузочный режим насоса и двигателя. Гидротрансформатор с прямой прозрачностью ($П > 1$) при увеличении нагрузки турбины увеличивает нагрузку на насос и далее на двигатель. Величина коэффициента прозрачности обычно составляет $П = 1,2 \dots 1,5$ для полупрозрачных трансформаторов и $П = 1,8 \dots 2,5$ для прозрачных трансформаторов.

Как правило, параметры автотракторного гидротрансформатора выбираются исходя из среднестатистических условий его работы. Однако разнообразные условия эксплуатации многих транспортных машин требуют оперативного изменения прозрачности ГМП в процессе работы.

Целесообразность оперативного регулирования прозрачности гидротрансформатора обусловлена следующими соображениями. При выборе совместной работы двигателя и гидротрансформатора возможны различные варианты совмещения их характеристик. Так, например, для получения хорошей экономичности при установившемся движении в хороших дорожных условиях целесообразно обороты входа n_{10} , которые развивает двигатель и насосное колесо гидротрансформатора при полной подаче топлива и заторможенном турбинном колесе, выбрать как можно ниже. В этом случае уменьшается скольжение при работе комплексного гидротрансформатора на режиме гидромукты и повышается КПД гидропередачи. Наоборот, для быстрого разгона и лучшего использования мощности двигателя обороты входа желательно выбирать как можно выше. Высокие значения n_{10} могут быть также востребованы при движении автомобиля в неблагоприятных дорожных условиях и в условиях бездорожья. Теоретические и практические исследования показали, что обороты входа n_{10} варьируются в пределах от 0,5 до 0,85 от величины оборотов двигателя на режиме максимальной мощности в зависимости от типа двигателя: для бензиновых двигателей эта величина должна составлять 0,5–0,75, а для дизельных — 0,75–0,85 [2].

Таким образом, приемлемые технико-экономические показатели самоходной машины в условиях переменных нагрузок и условий движения могут быть получены при гибком согласовании характеристик двигателя и гидротрансформатора под конкретные условия эксплуатации. Как вариант решения данной задачи — устанавливать между двигателем и гидротрансформатором согласующий редуктор с переменным передаточным числом или вариатор с ориентировочным диапазоном передаточных чисел от 0,75 до 1,25. Управление таким ступенчатым согласующим редуктором может быть обеспечено гидравлической системой и электронным блоком управления ГМП [3].

В 1950-е гг. компания General Motors предложила использовать в автомобильных гидротрансформаторах с целью регулирования оборотов входа поворотные лопатки, установленные на колесе реактора. Положение лопаток реактора устанавливается, как правило, в зависимости от величины подачи топлива в двигатель: полному нажатию на педаль подачи топлива соответствует малый угол лопаток, а незначительному нажатию — установка лопаток реактора под большим углом [4]. Гидротрансформаторы с поворотными

лопатками реактора позволяли изменять прозрачность в широких пределах, но имели сложную конструкцию. Преодолеть указанный недостаток можно путем использования лопаточной системы унифицированных четырехколесных гидротрансформаторов с двумя реакторами. В этом случае гидротрансформатор приобретает способность работать в двух режимах работы, соответствующих двум различным значениям n_{10} . Система управления гидротрансформатором обеспечивает в каждом режиме работы работу только одного из двух реакторов, неактивный реактор при этом вращается свободно в потоке рабочей жидкости [5].

На рис. 1 представлена кинематическая схема регулируемого четырехколесного гидротрансформатора комплексного типа.

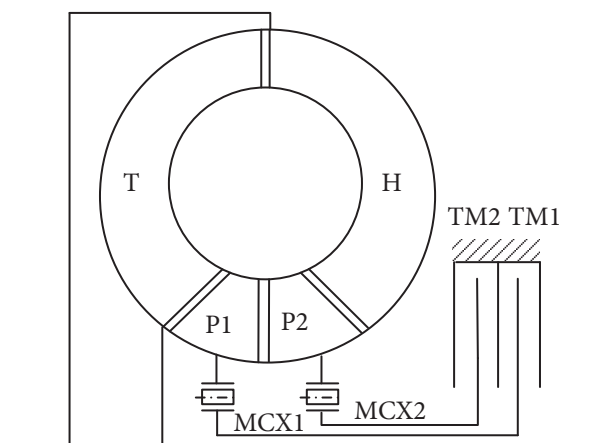


Рис. 1. Схема регулируемого гидротрансформатора

Гидротрансформатор содержит насос Н, турбину Т и два реакторных колеса Р1 и Р2, связанных с муфтами свободного хода МСХ1 и МСХ2. С помощью муфт МСХ1 и МСХ2 обеспечивается работа гидротрансформатора на режиме гидромукты. В предлагаемом гидротрансформаторе оба механизма свободного хода связаны с корпусом при помощи управляемых тормозов ТМ1 и ТМ2 соответственно. В обычном же четырехколесном гидротрансформаторе механизмы свободного хода реакторов имеют постоянную жесткую связь с корпусом ГМП.

На первом режиме работы гидротрансформатора один из тормозов, например тормоз ТМ2, выключен, а тормоз ТМ1 включен. Реакторное колесо Р2 при этом будет свободно вращаться в потоке рабочей жидкости. Активный тормоз ТМ1 в этом случае включает в работу реакторное колесо Р1. На втором режиме работы тормоз ТМ2 включен, а тормоз ТМ1 выключен. Реакторное колесо Р2 будет включено, а реакторное колесо Р1

будет свободно вращаться. Ручное или автоматическое включение и выключение тормозов ТМ1 и ТМ2 может обеспечиваться с помощью штатной гидравлической системы гидротрансформатора. Таким образом, при наличии двух реакторных колес данный гидротрансформатор фактически работает как трехколесный.

В рассматриваемом гидротрансформаторе реакторные колеса имеют различные углы входа и выхода рабочей жидкости, исходя из требуемых условий согласования характеристик гидротрансформатора и двигателя, в зависимости от эксплуатационных нагрузок самоходной машины. В принципе, конструкцию гидротрансформатора

можно упростить: удалить муфты МСХ1 и МСХ2, а реакторные колеса непосредственно соединить с тормозами ТМ1 и ТМ2. В этом варианте переход гидротрансформатора на режим гидромфты осуществляется выключением тормозов ТМ1 и ТМ2 по сигналу от системы управления ГМП.

Таким образом, конструкция данного гидротрансформатора максимально унифицируется с существующими четырехколесными гидротрансформаторами. Предлагаемый способ регулирования четырехколесных гидротрансформаторов позволяет осуществить два режима совместной работы трансмиссии самоходной машины с двигателем.

Список литературы

1. Трусов С. М. Автомобильные гидротрансформаторы. М. : Машиностроение, 1977. 271 с.
2. Сергеев А. Л. Городской автобус: согласование характеристик гидротрансформатора // Автомобильная промышленность. 1995. № 3. С. 15–17.
3. Улучшение эксплуатационных свойств транспортных машин и их элементов : Отчет о НИР (заключ.) : № 259 / Курганский государственный университет ; рук. Г. Н. Шпитко ; исполн. : С. С. Гулезов и др. Курган, 2015. 209 с. № ГР 01201153464.
4. Мазалов Н. Д., Трусов С. М. Гидромеханические коробки передач автомобилей. М. : Машиностроение, 1971. 296 с.
5. Пат. на изобретение № 2065103 РФ. Регулируемый комплексный гидротрансформатор / Н. Н. Трушин, А. Б. Орлов ; заявл. 01.07.1991 ; опубл. 10.08.1996. Бюл. № 22. 3 с.